

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-353301

(43)Date of publication of application : 19.12.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/02

G11B 5/82

G11B 11/10

(21)Application number : 11-164810

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 11.06.1999

(72)Inventor : SAGA HIDEKI  
SUKETA YASUSHI  
NEMOTO HIROAKI

## (54) INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a high-resolution and low-noise reproducing signal from a recording magnetic zone without using any special low-yield magnetic flux detecting means.

SOLUTION: This device is provided with a heating means for locally heating a recording medium having a recessed and projecting structure in its surface, a magnetic field applying means for applying a magnetic field near a heating position on the recording medium, and a magnetic flux detecting means for detecting a magnetic flux by scanning on the recording medium. The magnetic flux detecting means for detecting a magnetic flux by scanning on the recording medium is provided with a recording magnetic zone having a track center placed on a land and the width of a track orthogonal direction set equal to a land width or larger, and/or a track orthogonal direction sensitivity width equal to a land width (W1) or higher and equal to or lower than the sum ( $2 \times W_g + W1$ ) where  $W_g$  is groove width. Thus, a recording density is increased, and costs per capacity of the information recording/reproducing device are reduced.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] An information record regenerative apparatus which carries out record playback of the information to a record medium holding information by record magnetic domain on a magnetic-recording film produced by the base surface which is characterized by having the following, placing a truck center on a land, and forming said record magnetic domain whose width of face of the truck rectangular cross direction is more than a land width, and which has concavo-convex structure on the surface. A heating means to heat this record medium locally A magnetic field impression means to impress a magnetic field near the heating location on said record medium A magnetic-flux detection means to scan said record-medium top and to detect magnetic flux

[Claim 2] An information record regenerative apparatus using a record medium which holds information by record magnetic domain on a magnetic-recording film produced by the base surface which is characterized by providing the following, and which has concavo-convex structure on the surface A heating means to heat this record medium locally A magnetic field impression means to impress a magnetic field near the heating location on said record medium A magnetic-flux detection means to scan said record-medium top with the truck rectangular cross direction sensitivity width of face below the sum ( $2 \times W_g + W_l$ ) of the twice and a land width of more than a land width ( $W_l$ ) and groove of face ( $W_g$ ), and to detect magnetic flux

[Claim 3] An information record regenerative apparatus using a record medium which holds information by record magnetic domain on a magnetic-recording film produced by the base surface which is characterized by having the following, placing a truck center on a land, and forming said record magnetic domain whose width of face of the truck rectangular cross direction is more than  $W_l$ , and which has concavo-convex structure on the surface. A heating means to heat this record medium locally A magnetic field impression means to impress a magnetic field near the heating location on said record medium A magnetic-flux detection means to scan said record-medium top with the truck rectangular cross direction sensitivity width of face below more than  $W_l$  and  $2 \times W_g + W_l$ , and to detect magnetic flux

[Claim 4] An information record regenerative apparatus characterized by having a means which changes the magnetic field impression direction in an optical spot location reflecting information to record in an information record regenerative apparatus according to claim 1 to 3.

[Claim 5] An information record regenerative apparatus characterized by being  $W_g \leq W_l$  in an information record regenerative apparatus according to claim 1 to 4.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] In the information record regenerative apparatus using the record medium which holds information by the record magnetic domain on the magnetic-recording film produced by the base surface which has concavo-convex structure on the surface, this invention records information by heat magnetic recording, and relates to the information record regenerative apparatus which detects the magnetic flux on said record medium, and reproduces information.

[0002]

[Description of the Prior Art] In "the conventional information record medium in which both optical magnetic reproducing and magnetic reproducing are possible and its record regenerative apparatus" (the conventional technology) which are looked at by JP,10-21598,A, it was recording by irradiating the record light from the light source, heating it over a substrate, to the magneto-optic-recording film formed on the record medium, and forming a reversal magnetic domain. Moreover, informational playback formed the 2nd magnetic layer on irradiating the playback light from the light source over a substrate to the above-mentioned magneto-optic-recording film, and detecting the rotatory polarization of the reflected light, and a magneto-optic-recording film, and was performed by performing magnetic-leakage-flux playback from this 2nd magnetic layer.

[0003] Moreover, in "the magnetic head and its manufacture method" (the 2nd conventional technology) which are looked at by JP,2665022,B, the method of manufacturing the magneto-resistive effect element for which the record sensitivity profile curved was indicated corresponding to the record magnetic domain of abbreviation falcation formed of light pulse magnetic field modulation record by forming a magneto-resistive effect film on the base material which has a bend.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When performing heat magnetic recording using the narrowed-down optical spot to a diffraction limit generally, the method by light pulse magnetic field modulation record can secure a record power margin widely, and is made advantageous. However, in light pulse magnetic field modulation record, since the magnetization direction of an approximate circle form field is determined for every one light pulse exposure, a record magnetic domain serves as abbreviation falcation as a result. For this reason, when a sensitivity profile is reproduced with the usual magnetic-flux detection means which is an abbreviation straight line-like, it has the problem on which re-biodegradation ability deteriorates. This is for the time of day when a magnetic-flux detection means passes a magnetic domain wall to change with distance from a track center, and for the response waveform from a record magnetic domain to spread in the direction of a time-axis. Moreover, at the tip of the record magnetic domain of abbreviation falcation, magnetic domain walls approach very much and it is easy to generate the magnetic-domain configuration which becomes unstable and is not expected. Since the response from this portion becomes a different thing from the user data originally recorded, it serves as a noise and serves as hindrance of normal user data playback. The above result, recording density could not fully be raised and it was disadvantageous in respect of the size of an information record regenerative apparatus, and the cost of an information record regenerative apparatus.

[0005] Moreover, in order to form a magneto-resistive effect element on the bend of a base material with the 2nd conventional technology, the yield on element manufacture was low and disadvantageous in respect of the cost of an information record regenerative apparatus.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In an information record regenerative apparatus using a record medium which holds information by record magnetic domain on a vertical-magnetic-recording film produced by the base surface which has

concavo-convex structure on the surface in order to solve the above problem A heating means to heat this magnetic-recording data medium locally, and a magnetic field impression means to impress a magnetic field near the heating location on said record medium, It has a magnetic-flux detection means to scan said record film top and to detect magnetic flux, and a truck center is placed on a land and said record magnetic domain whose width of face of the truck rectangular cross direction is more than a land width is formed.

[0007] Or an information record regenerative apparatus using a record medium which holds information by record magnetic domain on a magnetic-recording film produced by the base surface which has concavo-convex structure on the surface is characterized by having the following. A heating means to heat said magnetic recording locally A magnetic field impression means to impress a magnetic field near the heating location on said record medium A magnetic-flux detection means to scan said record-medium top with the truck rectangular cross direction sensitivity width of face below the sum ( $2 \times W_g + W_l$ ) of the twice and a land width of more than a land width ( $W_l$ ) and groove width of face ( $W_g$ ), and to detect magnetic flux

[0008] Even when light pulse magnetic field modulation record advantageous to especially high linear-density record is used by the above configuration, deterioration of re-biodegradation ability resulting from a curve of a record magnetic domain is suppressed. Moreover, generating of a noise resulting from instability of a point of an abbreviation falcation record magnetic domain is also suppressed. For this reason, it becomes possible to raise recording density, without using a low special magnetic-flux detection means of a yield, and becomes very advantageous in respect of size of an information record regenerative apparatus, and cost of an information record regenerative apparatus.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the concrete operation gestalt of this invention is explained to details using a drawing.

[0010] Drawing 1 is drawing 1 having shown the example of a configuration of the information record regenerative apparatus by this invention. Record performed in parallel to record or playback actuation, Acquisition of playback positional information is performed as follows. That is, the laser beam by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 113 is changed into parallel light, passes a polarization beam splitter 128 and is changed into the circular polarization of light by the collimate lens 114 with the quarter-wave length board 127. A polarization beam splitter 128 shall all penetrate polarization of the outgoing radiation laser beam from semiconductor laser 113 here. Furthermore, in an objective lens 126 and SIL (Solid Immersion Lens)122, outgoing radiation light is narrowed down to the record film 119 formed on the substrate 120 in the state of the circular polarization of light, and forms an optical spot (not shown). Let reinforcement of the laser beam by which outgoing radiation is carried out from semiconductor laser 113 here be a thing low enough at the degree which does not destroy the record magnetic domain on record film 119 (not shown). Next, the reflected light from record film 119 is changed into the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the outgoing radiation laser beam from semiconductor laser 113 with the quarter-wave length board 127 after passing SIL122 and an objective lens 126. Furthermore, total reflection of this reflected light is carried out by the polarization beam splitter 128, and it is narrowed down on a photodetector 116 with the detection lens 115. Therefore, a photodetector 116 outputs the reflected light signal on the strength in an optical spot portion. After a reflected light signal on the strength is amplified to suitable level by amplifier 109, it is inputted into the address recognition circuit 105 and the actuator drive circuit 110. Moreover, the GMR element 117 which is a magnetic-flux detection means scans the surface of record film 119 to the reflection factor detection and coincidence by the light explained above, and detects magnetic-flux distribution to them. After the output of the GMR element 117 reflecting the array of a record magnetic domain is amplified to required level by amplifier 111, it is inputted into a decoder 106, the actuator drive circuit 110, and the address recognition circuit 105. The address recognition circuit 105 analyzes each scan location from a previous reflected light signal on the strength and a previous GMR element signal, and transmits it to a system controller 104. A system controller 104 performs suitably control of the actuator drive circuit 110, the magnetic-head drive circuit 107, and the laser drive circuit 108 according to the record playback demand from the positional information and the external instrument of an optical spot and the GMR element 117. According to the directions, the reflected light signal on the strength, and GMR element signal from a system controller 104, the actuator drive circuit 110 performs the drive of VCM (Voice Coil Motor)112, the lens actuator 125, and an actuator 121 so that an optical spot may scan the center position of the target recording track (not shown) in suitable size, or so that the GMR element 117 may scan the center position of the target recording track appropriately. VCM112 moves the slider 118 fixed to the point of the gimbal arm 124 according to this driving signal, and is positioned in the arbitration location on record film 119. On the slider 118, the base of the record coil 123, SIL122, the GMR element 117, and the lens actuator 125 is loaded, and the relative-position relation between SIL122, i.e., an optical spot location and the GMR element 117, is controlled by the actuator 121. Control of the relative position between SIL122 and the GMR element

117 is good by any following methods. That is, VCM112 controls the location of a slider 118 on the basis of the location of an optical spot, and an actuator 121 is controlled, or an actuator 121 is controlled so that an optical spot and the GMR element 117 separate and scan the number of fixed trucks, so that an optical spot and the GMR element 117 scan the same truck. Or VCM112 controls the location of a slider 118 on the basis of the location of the GMR element 117, and an actuator 121 is controlled, or an actuator 121 is controlled so that the GMR element 117 and an optical spot separate and scan the number of fixed trucks, so that the GMR element 117 and an optical spot scan the same truck. As a line, control relative-position-related [ these ] is good and may always be performed by separating a predetermined time interval.

[0011] The user data 100 which should be recorded at the time of informational record is received by the system controller 104 through the interface circuitry 101 with an external instrument, and is transmitted to an encoder 103 after addition of error detection, correction information, etc. if needed. An encoder 103 performs NRZI conversion after a modulation (1 7) for the user data 100, and generates the signal reflecting the array of the record magnetic domain on data medium. The record wave generating circuit 102 generates the control signal of a record magnetic field, and the control signal of laser luminescence reinforcement with reference to this signal. The magnetic-head drive circuit 107 receives the directions from a system controller 104, drives the record coil 123 according to the control signal of a record magnetic field, and generates a record magnetic field into an optical spot portion. Moreover, the laser drive circuit 108 also receives the directions from a system controller 104, and the semiconductor laser 113 which is a record energy source is driven according to the control signal of laser luminescence reinforcement. The laser beam by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 113 is narrowed down in an objective lens 126 and SIL122 through a collimate lens 114, a polarization beam splitter 128, and the quarter-wave length board 127, and heats the record film 119 on a substrate 120 in the state of the circular polarization of light. Let the heating field by the laser beam be a large thing here compared with the impression field of a record magnetic field. Record film 119 is a vertical-magnetic-recording film which has an easy axis to a film surface perpendicular direction, is more expensive than the record magnetic field impressed from the outside, and makes coercive force at the time of heating by the laser beam at the time of record lower than a record magnetic field. [ of the coercive force in ordinary temperature ] By controlling heating and the record magnetic field by the laser beam, a desired record magnetic domain can be formed on record film 119 as mentioned later.

[0012] The record film 119 surface is scanned by the GMR element 117 at the time of informational playback, and magnetic-flux distribution is detected. After the output of the GMR element 117 reflecting the array of a record magnetic domain is amplified to required level by amplifier 111, it is inputted into the actuator drive circuit 110, a decoder 106, and the address recognition circuit 105. A decoder 106 restores the data currently recorded by performing inverse transformation of an encoder 103, and tells a reload result to a system controller 104. A system controller 104 processes error detection, correction, etc. if needed, and the user data 100 reproduced through the interface circuitry 101 is delivered to an external instrument.

[0013] Drawing 2 is drawing which explained to details actuation of the information record regenerative apparatus by this invention shown in drawing 1. Now, the user data 100 should be changed with the encoder 103 at the time of record, and the record data 200 should be obtained. The record data 200 is transmitted to the magnetic-head drive circuit 107 through the record wave generating circuit 102, and generates a record magnetic field near the heating location by the optical spot on record film 119. Moreover, a record magnetic field shall be impressed at right angles to record film 119. Semiconductor laser 113 is driven in the shape of [ which synchronized per the minimum change of the record magnetic-domain chief along a truck (detection width of window) ] a pulse as the laser luminescence reinforcement 201 showed the laser drive circuit 108 to coincidence. In the field heated by the optical spot, the coercive force of record film 119 declines, it is less than a record magnetic field, and magnetization of the field learns in the direction of a record magnetic field. Since record film 119 repeats heating and cooling intermittently, moving the center of a heating field at a fixed gap with the scan of an optical spot, the magnetization direction of an approximate circle form field is determined for every exposure of a light pulse. Record is performed as if the record magnetic domain of abbreviation falcation would be formed for the aforementioned approximate circle form field for every exposure of overlap and a light pulse, if the exposure gap of a light pulse was shortened. The record magnetic domain 203 is a thing showing this result, and looks at the record magnetic-domain configuration on the record film 119 formed when record actuation shown in the laser luminescence reinforcement 201 and the record magnetic field 202 is performed. The light spot in the 2nd Fig. is scanned toward the right from the left, and when a record magnetic field is positive and the magnetic domain (black) of the direction of space facing up is [ a record magnetic field ] negative, the magnetic domain (white) of space facing down is formed. The above record method is the recording method widely known as light pulse magnetic field modulation record which is a kind of heat magnetic recording. Since the \*\* rule of the size (magnetic domain wall gap

of a scanning direction) of a record magnetic domain is hard to be carried out to the size of an optical spot in light pulse magnetic field modulation record, in formation of an especially minute record magnetic domain, it is an advantageous method. At the time of informational playback, the record magnetic-domain 203 top is scanned with the GMR element 117, and a regenerative signal 204 is acquired. The record data 200 which is the result of changing the user data 100 in an encoder 103 is reflected, amplification, identification, binary-izing, decode, etc. are processed if needed, and a regenerative signal 204 is restored to user data. In addition, although explained taking the case of the record magnetic-domain configuration by light pulse magnetic field modulation record in subsequent explanation, this is effective also to the record magnetic domain by DC light magnetic field modulation record or light modulation record etc. which is not a thing but other heat magnetic-recording methods of the intention which limits record to light pulse magnetic field modulation record.

[0014] Drawing 3 is drawing having shown partially the structure of the information record medium in this invention. The vertical-magnetic-recording film 306 is formed on the substrate 305 which has concavo-convex structure beforehand as shown in drawing 3. Although a substrate 305 can consider configurations, such as the shape of the shape of a disk, the shape of a tape, and a card, it is not necessary to be a specific configuration. Although non-metallic plates, such as synthetic-resin boards, such as metal plates, such as aluminum, and a polycarbonate, and carbon, etc. can be considered to a substrate 305, the light transmission nature in light source wavelength is not indispensable. Concavo-convex structure is formed in the surface of a substrate 305 by an imprint or direct lithography using the same injection molding as the conventional CD-ROM etc., and ultraviolet-rays hardening resin etc. With the high (it is a convex and close to the GMR element 308 side) land 301, it is relatively formed relatively [ surface / of a substrate 305 ] spirally [ the low (it is concave and separated from the GMR element 308 side) groove 300 ] by turns, or in the shape of a concentric circle. Moreover, a record magnetic domain is formed of an optical spot at the time of record of user data, and the truck 304 of the range which followed band-like [ which is scanned by the GMR element 308 at the time of playback ] has the center on a land 301. The information recording device in this invention explained using Figs. 1 and 2 forms the record magnetic domain 302 in the truck 304 centering on a land 301 by light pulse magnetic field modulation record, and the point of the record magnetic domain 302 which is abbreviation falcation is located in a groove 300 exceeding a land 301. The GMR element 308 for playback is scanned for the purpose of the truck center 303 along a truck 304. Moreover, the pit 307 where height differs from land 301 flat part (it is concave structure) is formed in the land 301 center along the truck center 303. However, in this invention, a pit 307 is not indispensable. The depth of a groove 300 and a pit 307 has the high cross protection of light which will be later mentioned if it is about [ of the wavelength of a record energy source ]  $1/4$ , and a signal with an expensive modulation factor can be acquired. Generally, by the flat part of a land 301, and a pit 307 and a groove 300, it originates in the difference in the thickness of the vertical-magnetic-recording film 306, the difference in the stress in the vertical-magnetic-recording film 306 interior, the difference in the curvature of vertical-magnetic-recording film 306 film surface, the difference in the surface roughness of a substrate 305, etc., and coercive force differs. Now, the ordinary temperature coercive force  $H_{c1}$  in pit 307 pars basilaris ossis occipitalis or a groove 300 considers as a thing lower than the ordinary temperature coercive force  $H_{c2}$  of land 301 flat part temporarily. Then, the magnetic-domain distribution which was in agreement with the configuration of a pit 307 when the next time after magnetizing the whole uniformly in a magnetic field perpendicular to a film surface stronger enough than  $H_{c2}$ , for example is stronger than  $H_{c1}$  at the reverse sense and the reversal magnetization of pit 307 pars basilaris ossis occipitalis or the groove 300 was partially carried out in the less than two- $H_c$  magnetic field is acquired. Or after heating the vertical-magnetic-recording film 306 whole to the degree to which a perpendicular magnetic anisotropy does not fall where a fixed external magnetic field is impressed, and magnetizing the whole in the uniform direction, If it cools after reversing the direction of an external impression magnetic field at temperature which becomes below the coercive force of land 301 flat part [ a flat part / it is / flat part / beyond the coercive force of pit 307 pars basilaris ossis occipitalis / a pars basilaris ossis occipitalis / an external impression magnetic field / to make it start flux reversal or a groove 300, and ] to make it start flux reversal The magnetization distribution which was in agreement with the configuration of a pit 307 is realizable. The paint color and the arrow head of the vertical-magnetic-recording film 306 surface in drawing 3 show the magnetization direction of a magnetic domain here, and the magnetization (facing down) to which white goes to a substrate side from a space side about the vertical-magnetic-recording film 306, and black express the magnetization (facing up) which goes to a space side from a substrate side about record film. However, since a reversal magnetic domain can be partially formed if explanation here does not specify the magnetization direction in the size relation or the concavo-convex structure between  $H_{c1}$  and  $H_{c2}$  and a difference is in  $H_{c1}$  and  $H_{c2}$ , if the positional information on a record medium is made to reflect in the configuration of a pit 307, and arrangement, it can use for pinpointing of the location of the GMR element 308. For example, what is necessary is for the sample servo system using the reversal magnetic domain in a pit 307 etc.

just to perform servo actuation of the GMR element 308. On the other hand, pinpointing of an optical spot or an optical exposure location is performed using the diffraction of light by the groove 300, or interference of the light by the pit 307. What is necessary is for the push pull method by the groove diffracted light and the sample servo system by the pit 307 just to generate an error signal about the optical spot from the truck center 303, and the error based on optical exposure locations. Moreover, about discernment of the truck 304 on a record medium, the pit 307 which shows a truck identification number according to a predetermined regulation is formed, and a signal is acquired by reflection factor change of the appearance by interference of light. It is the error signal generation methods generally used widely (for example, 1989, radio technical company \*\* "optical disk technology", 95 etc. pages of ISBN 4-8443-0198-5, etc.), and a push pull method or the sample servo system by the pit omits detailed explanation here. However, since the amount of reflected lights will decrease extremely and generation of an error signal will become difficult if the width of face of a land 301 and a groove 300 is equal when the depth of a groove 300 is about [ of the wavelength of a record energy source ]  $1/4$ , when the output swing of a magnetic-flux detection means is taken into consideration, it is desirable [ a land 301 ] that it is broader than a groove 300. Moreover, there is no essential difference from a viewpoint of optical phase contrast also at concave structure or convex structure of a groove 300 and 307 pit. However, when recording on a land 301, as for the viewpoint and the below-mentioned reason of destruction of the GMR element 308 by collision to a groove 300 and a pit 307, it is desirable that it is concave structure to a land 301. Moreover, the reversal magnetic domain by the pit 307 may be used for record of User Information itself beforehand fixed in a record-medium manufacture phase like CD-ROM etc.

[0015] Drawing having shown the desirable record playback method [ in / in drawing 5 / this invention ] and drawing 4 are drawings having shown the record playback method which this invention does not mean. Figs. 4 and 5 are mimetic diagrams at the time of seeing an information record medium from the playback side by the vertical-magnetic-recording film surface side 404,504, i.e., a GMR element. The land 407 serves as a convex as compared with the groove 406, and is close to the GMR element 404. Moreover, the land 507 also serves as a convex as compared with the groove 506, and it is close to the GMR element 504. The rectangle of the GMR element 404,504 shall express the field where a GMR element has sensitivity. In addition, although the pit [ as / in drawing 3 ] 307 was omitted, this does not mean about the existence of the necessity of a pit 307.

[0016] As shown in drawing 4, when the width of face of the record magnetic domain 405 is narrower than the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction (radial) of the GMR element 404 and the both ends of the record magnetic domain 405 have not reached a groove 406 (the record playback method which is not meant by this invention), it will scan to the point of the record magnetic domain 405 of abbreviation falcation by light pulse magnetic field modulation record. Therefore, in the point and center section of the record magnetic domain 405, the time of day when the GMR element 404 passes a magnetic domain wall differs. For this reason, the response from the record magnetic domain 405 spreads in the direction of a time-axis, and the fall of re-biodegradation ability is brought about as a result. Moreover, at the tip of the record magnetic domain 405 of abbreviation falcation, magnetic domain walls approach very much and it is easy to generate the magnetic-domain configuration which becomes unstable and is not expected. Since the response from this portion becomes a different thing from the user data originally recorded, it serves as a noise at the time of reproducing a truck N402 top with the GMR element 404, and serves as hindrance of normal user data playback. In order to avoid the above problem, it is also possible to narrow the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction of the GMR element 404, and to reproduce near the truck center section of the record magnetic domain 405, but generally, since the output signal amplitude of a magnetic-flux detection means is proportional to the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction, it cannot be narrowed recklessly. Moreover, since the record magnetic domain 405 is settled in the flat part of a land 407 here, as for existence of a groove 406, semantics is not made especially at the time of playback. That is, even when there is no groove 406, re-biodegradation ability does not change.

[0017] On the other hand, drawing 5 shows the record playback method which this invention means, the width of face of the record magnetic domain 505 is wider than the width of face of a land 507, and the point of the record magnetic domain 505 of abbreviation falcation has reached in the groove 506. This is easily realizable by strengthening the record power at the time of record (peak value of the laser luminescence reinforcement in a record film surface), expanding the heating field for every light pulse, or raising the thermal record sensitivity of a record medium etc. Moreover, when the width of face of the record magnetic domain 505 of abbreviation falcation becomes large, the radius of curvature of a magnetic domain wall also becomes large inevitably. Although the GMR element 504 will be scanned like the case of drawing 4 also in the case of drawing 5 to the point of the record magnetic domain 505 of abbreviation falcation by light pulse magnetic field modulation record, near the point of the record magnetic domain 505 will exist in a groove 506, and will separate from the GMR element 504 by the depth of a groove 506 compared with the magnetic domain on a

land 507. The surfacing distance from the record film surface of the GMR element by which current utilization is carried out is about 30nm, and surfacing distance tends to decrease increasingly along with future densification. If the same process as the conventional optical disk is used, a groove 506 can be formed in the depth of arbitration with a depth of several nm - 100nm or more. Therefore, on the land 507 surface and the groove 506 surface, the distance to the GMR element 504 will differ sharply, and the effectiveness which the magnetic domain in a groove 506 contributes to a GMR regenerative signal falls sharply. Even if it reproduces a truck N502 top with the GMR element 504 by these, the fall of the re-biodegradation ability resulting from the point of the record magnetic domain 505 of abbreviation falcation and generating of a noise are avoidable. Moreover, since a portion with the large radius of curvature of a magnetic domain wall mainly contributes to a GMR regenerative signal on a land 507, the breadth of the response to the direction of a time-axis at the time of playback is stopped, and it becomes increasingly advantageous about high-resolution playback. When the length which applied the width of face of a land 507 the twice of the width of face of a groove 508 is exceeded, in addition to the record magnetic domain on an aim truck, the response from the record magnetic domain of an adjoining truck increases, and it becomes impossible to expect normal information playback with a playback cross talk, although the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction of the GMR element 504 is equal to the width of face of a land 507 or its \*\*\*\*\* is more desirable than it a little here.

[0018] Drawing 6 is drawing having shown the improvement effect of the regenerative signal by this invention. What produced the TbFeCo vertical-magnetic-recording film of 30nm of thickness on the polycarbonate substrate with the width of recording track of 600nm, a groove width of face [ of 300nm ], and a groove depth of 100nm was used for the record medium. The inclination of the slant face between a land and a groove is about 60 degrees. Moreover, the sensitivity width of face (5-95% sensitivity width of face) of the truck rectangular cross direction of the GMR element used for playback was [ 0.2 micrometers and the surfacing height of 1.0 micrometers and shield gap length ] 30nm from the land side. The monotone signal with a period of 0.2-1.0 micrometers was first recorded on conditions with a linear velocity of 5m [ /s ] by 50% [ of duty ratios of a record light pulse ], and record power 5mW, and 8mW. Next, these record magnetic domains were observed using the magnetic force microscope. The record magnetic domain has stopped in the land at record power 5mW o'clock, and it checked that the record magnetic domain had spread in the groove of both ends exceeding a land at record power 8mW o'clock. The cross light with which the adjoining truck of the purpose truck is affected on the occasion of record actuation in any case, and crossing erasion were not generated. Next, signal regeneration was performed using the GMR element and the carrier-to-noise ratio of a regenerative signal was measured. The direction at the time of increasing record power and forming a record magnetic domain in a groove is improved sharply [ a carrier-to-noise ratio ] in all the ranges so that clearly from drawing 6.

[0019] Drawing 7 is drawing having shown the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction of a GMR element and the relation of a regenerative signal to this invention. Using the same thing as what was used for the record medium in drawing 6, the monotone signal with a period of 1.0 micrometers was recorded on one truck at 50% of duty ratios of record power 8mW and a record light pulse, and the adjoining truck of an aim truck presupposed that the magnetic domain of the shape of an irregular maze has existed without initializing. Next, the aim truck was reproduced with two or more GMR elements from which the sensitivity width of face of the truck rectangular cross direction differs, and the carrier-to-noise ratio of a regenerative signal was measured. It has been improved as sensitivity width of face was expanded, and the carrier-to-noise ratio is mostly saturated in about 0.9-1.3 micrometers. When sensitivity width of face exceeded 1.3-micrometer order, the noise increased under the effect of the non-initialized field of an adjoining truck, and the carrier-to-noise ratio deteriorated.

[0020]

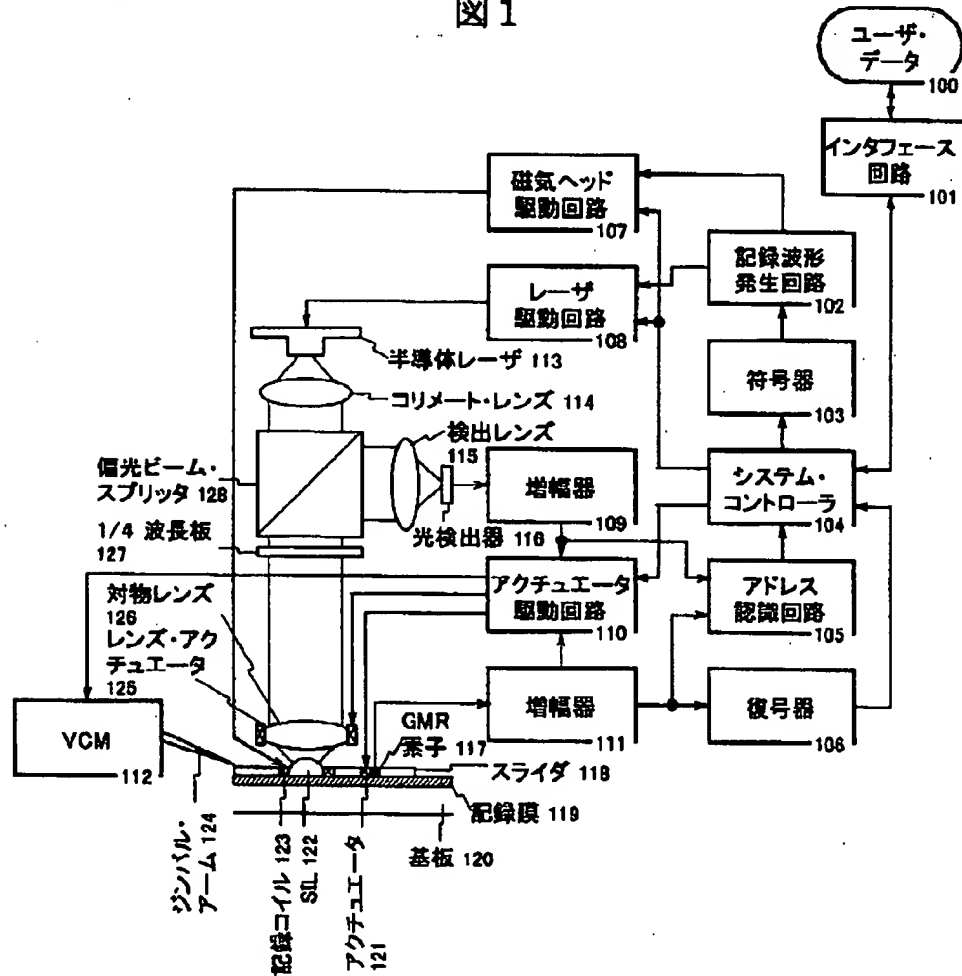
[Effect of the Invention] According to this invention, deterioration of the re-biodegradation ability which originates in the curve of a magnetic domain wall peculiar to heat magnetic recording in the information record regenerative apparatus using the record medium holding information by the record magnetic domain on the magnetic-recording film produced by the base surface which has concavo-convex structure on the surface is suppressed. Moreover, generating of the noise which originates at the tip of the record magnetic domain of abbreviation falcation is also suppressed. It becomes possible to raise recording density, without using the low special magnetic-flux detection means of the yield by the above, and it becomes possible to reduce the cost per capacity of an information record regenerative apparatus.

[Translation done.]

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

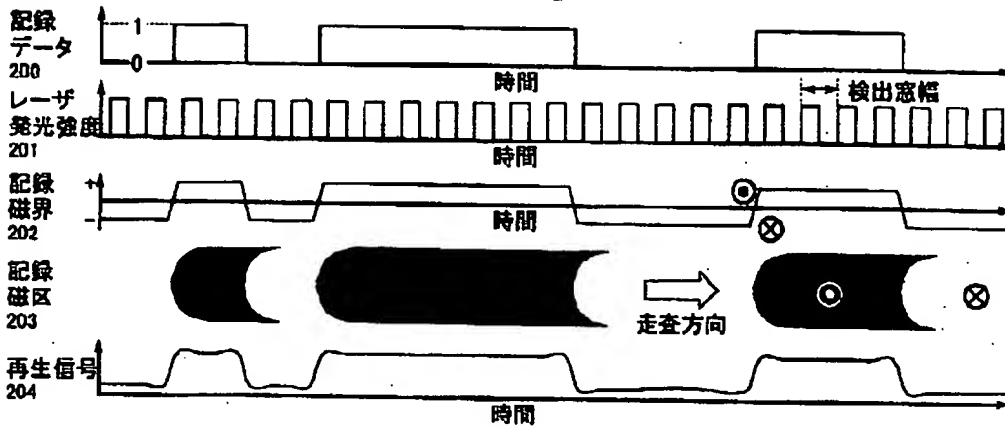
[Drawing 1]

图 1



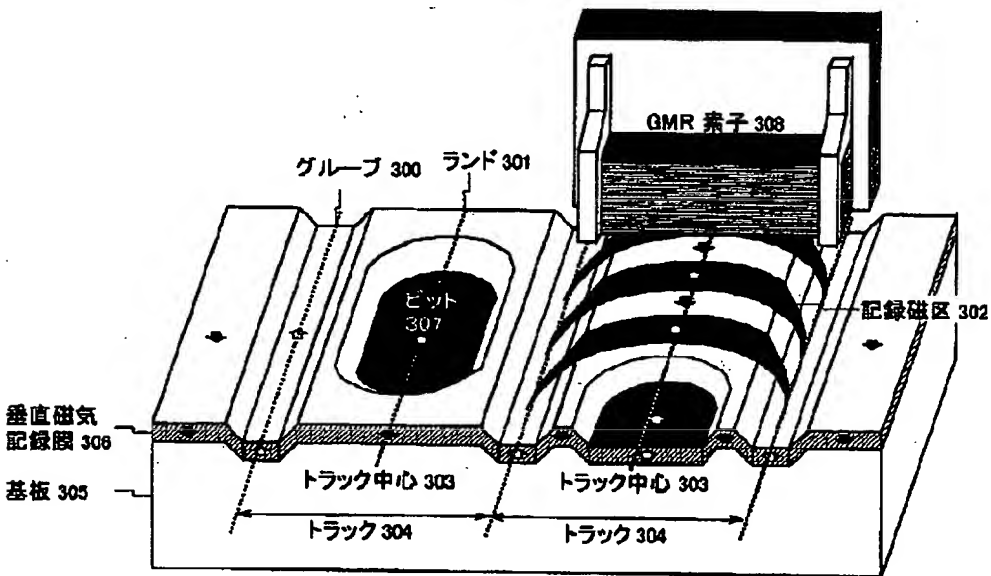
[Drawing 2]

図 2



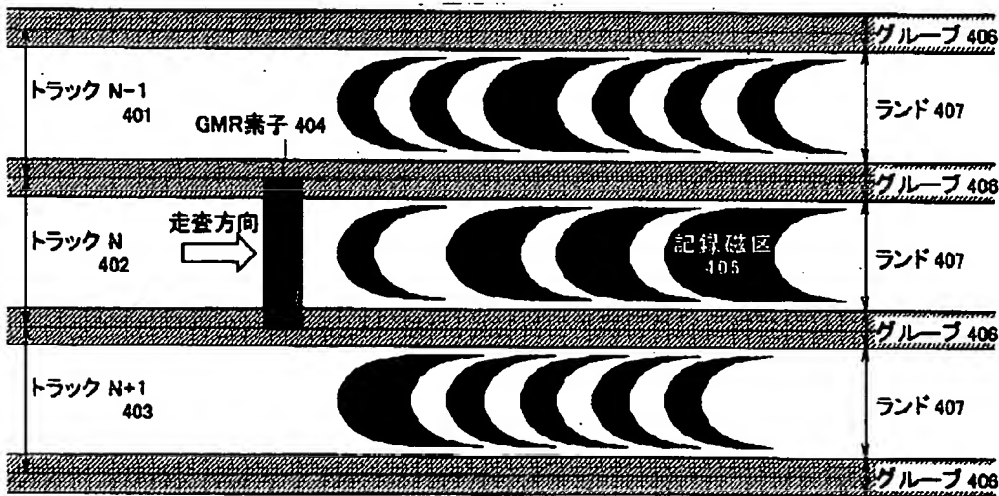
[Drawing 3]

図 3



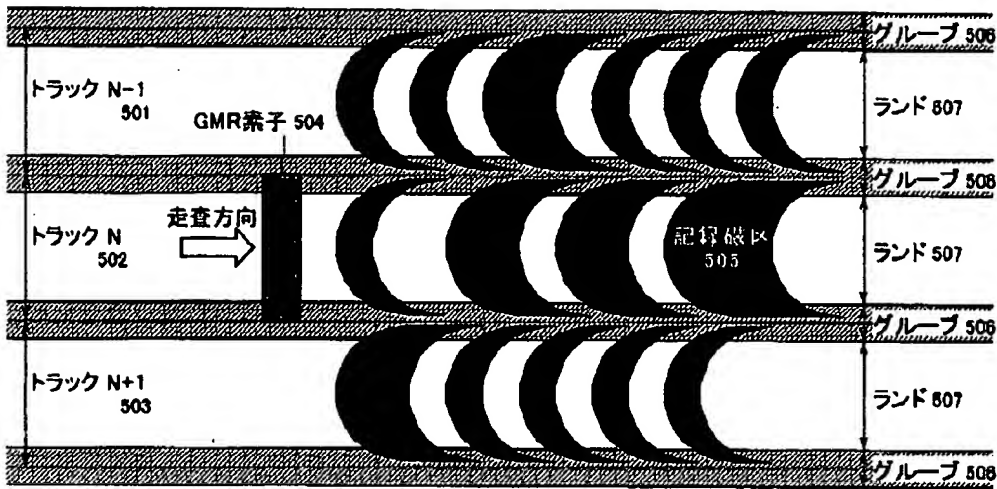
[Drawing 4]

図 4



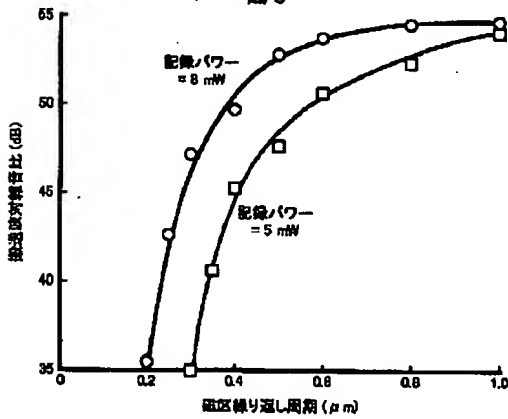
[Drawing 5]

図 5



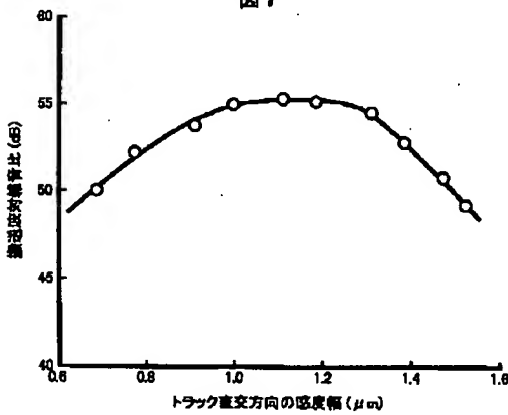
[Drawing 6]

図 6



[Drawing 7]

図 7



[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-353301

(43)Date of publication of application : 19.12.2000

---

(51)Int.Cl. G11B 5/02  
G11B 5/82  
G11B 11/10

---

(21)Application number : 11-164810

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 11.06.1999

(72)Inventor : SAGA HIDEKI  
SUKETA YASUSHI  
NEMOTO HIROAKI

---

(54) INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a high-resolution and low-noise reproducing signal from a recording magnetic zone without using any special low-yield magnetic flux detecting means.

SOLUTION: This device is provided with a heating means for locally heating a recording medium having a recessed and projecting structure in its surface, a magnetic field applying means for applying a magnetic field near a heating position on the recording medium, and a magnetic flux detecting means for detecting a magnetic flux by scanning on the recording medium. The magnetic flux detecting means for detecting a magnetic flux by scanning on the recording medium is provided with a recording magnetic zone having a track center placed on a land and the width of a track orthogonal direction set equal to a land width or larger, and/or a track orthogonal direction sensitivity width equal to a land width (W1) or higher and equal to or lower than the sum ( $2 \times W_g + W1$ ) where  $W_g$  is groove width. Thus, a recording density is increased, and costs per capacity of the information recording/reproducing device are reduced.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-353301

(P 2 0 0 0 - 3 5 3 3 0 1 A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G11B 5/02		G11B 5/02	S 5D006
5/82		5/82	5D075
11/10	576	11/10	576 C 5D091

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-164810

(22) 出願日 平成11年6月11日 (1999. 6. 11)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 嵯峨 秀樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 助田 裕史

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録再生装置

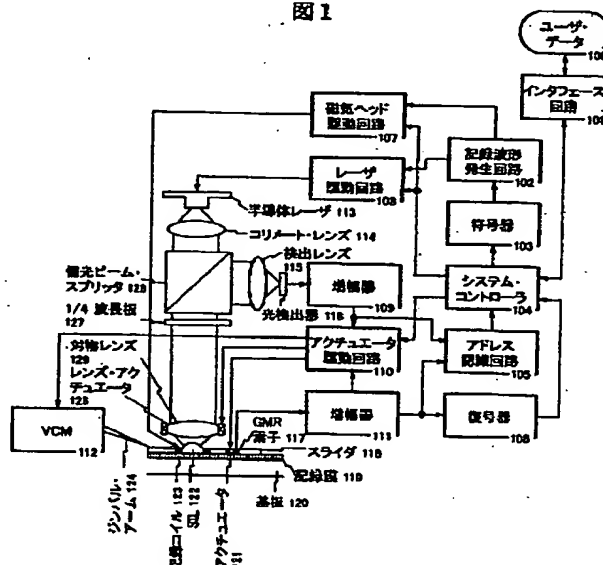
(57) 【要約】

【課題】 歩留まりの低い特殊な磁束検出手段を用いることなく記録磁区から高分解能かつ低雑音の再生信号を検出すること。

【解決手段】 表面に凹凸構造を有する記録媒体を局所的に加熱する加熱手段と、該記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを有し、ランド上にトラック中心を置きトラック直交方向の幅がランド幅以上である前記記録磁区を形成するか、かつ/またはランド幅 ( $W_1$ ) 以上かつグルーブ幅 ( $W_g$ ) の2倍とランド幅の和 ( $2 \times W_g + W_1$ ) 以下のトラック直交方向感度幅を持ち前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを備える。

【効果】 記録密度を向上させることが可能となり、情報記録再生装置の容量あたりのコストを低減することが可能となる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体に対して情報を記録再生する情報記録再生装置において、該記録媒体を局所的に加熱する加熱手段と、前記記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを有し、ランド上にトラック中心を置きトラック直交方向の幅がランド幅以上である前記記録磁区を形成することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項2】表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、該記録媒体を局所的に加熱する加熱手段と、前記記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、ランド幅 ( $W1$ ) 以上かつグループ幅 ( $Wg$ ) の2倍とランド幅の和 ( $2 \times Wg + W1$ ) 以下のトラック直交方向感度幅を持ち前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項3】表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、該記録媒体を局所的に加熱する加熱手段と、前記記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、 $W1$  以上かつ  $2 \times Wg + W1$  以下のトラック直交方向感度幅を持ち前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを有し、ランド上にトラック中心を置きトラック直交方向の幅が  $W1$  以上である前記記録磁区を形成することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項4】請求項1～3に記載の情報記録再生装置において、記録する情報を反映して光スポット位置における磁界印加方向を切り替える手段を有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項5】請求項1～4に記載の情報記録再生装置において、 $Wg \leq W1$  であることを特徴とする情報記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、熱磁気記録により情報を記録し、前記記録媒体上での磁束を検出して情報の再生を行う情報記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】特開平10-21598号公報に見られる「光磁気再生および磁気再生の両方が可能な従来の情報記録媒体およびその記録再生装置」(従来技術)においては、記録媒体上に形成された光磁気記録膜に対して光源からの記録光を基板越しに照射、加熱して反転磁区

を形成することにより記録を行っていた。また情報の再生は、前述の光磁気記録膜に対して光源からの再生光を基板越しに照射して反射光の偏光面の回転を検出すること、および光磁気記録膜上に第2の磁性層を形成し、この第2の磁性層から漏洩磁束再生を行うことによって行われていた。

【0003】また特許2665022号公報に見られる「磁気ヘッド及びその製造方法」(第2の従来技術)においては、湾曲部を有する基材上に磁気抵抗効果膜を形成することにより、光パルス磁界変調記録によって形成された略三日月状の記録磁区に対応して、記録感度分布が湾曲した磁気抵抗効果素子を製造する方法が開示されていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に回折限界まで絞り込まれた光スポットを用いて熱磁気記録を行う場合には、光パルス磁界変調記録による方法が、記録パワー・マージンを広く確保できて有利とされている。しかし光パルス磁界変調記録では1回の光パルス照射ごとに略円形領域の磁化方向が決定されるため、結果的に記録磁区が略三日月状となる。このため感度分布が略直線状である通常の磁束検出手段で再生を行う場合には、再生分解能が劣化する問題を有する。これは磁束検出手段が磁壁を通過する時刻がトラック中心からの距離によって異なり、記録磁区からの応答波形が時間軸方向に広がるためである。また略三日月状の記録磁区の先端では磁壁同士が非常に接近し、不安定となって予期せぬ磁区形状を発生しやすい。この部分からの応答は本来記録されたユーザ・データとは異なるものとなるので、雑音となって正常なユーザ・データ再生の妨げとなる。以上の結果、記録密度を十分に向上させることができず、情報記録再生装置のサイズおよび情報記録再生装置のコストの点で不利であった。

【0005】また第2の従来技術では基材の湾曲部上に磁気抵抗効果素子を形成するため素子製造上の歩留まりが低く、情報記録再生装置のコストの点で不利であった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】以上の問題を解決する目的で、表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、該磁気記録媒体を局所的に加熱する加熱手段と、前記記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、前記記録膜上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを有し、ランド上にトラック中心を置きトラック直交方向の幅がランド幅以上である前記記録磁区を形成する。

【0007】または表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、前記

磁気記録を局所的に加熱する加熱手段と、前記記録媒体上の加熱位置近傍に磁界を印加する磁界印加手段と、ランド幅 (W1) 以上かつグループ幅 (Wg) の2倍とランド幅の和 ( $2 \times Wg + W1$ ) 以下のトラック直交方向感度幅を持ち前記記録媒体上を走査して磁束を検出する磁束検出手段とを備える。

【0008】以上の構成により、特に高線密度記録に有利な光パルス磁界変調記録を用いた場合でも、記録磁区の湾曲に起因する再生分解能の劣化が抑えられる。また略三日月状記録磁区の先端部の不安定さに起因する雑音の発生も抑えられる。このため歩留まりの低い特殊な磁束検出手段を用いることなく記録密度を向上させることが可能となり、情報記録再生装置のサイズおよび情報記録再生装置のコストの点できわめて有利となる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の具体的な実施形態について詳細に説明する。

【0010】第1図は本発明による情報記録再生装置の構成例を示した第1の図である。記録または再生動作に並行して行われる記録、再生位置情報の取得は次の通り行われる。すなわち半導体レーザ113から出射されたレーザ光はコリメート・レンズ114によって平行光に変換され、偏光ビーム・スプリッタ128を通過して1/4波長板127で円偏光に変換される。ここで偏光ビーム・スプリッタ128は、半導体レーザ113からの出射レーザ光の偏光を全透過するものとする。さらに出射光は対物レンズ126およびSIL (Solid Immersion Lens) 122によって基板120上に形成された記録膜119に円偏光の状態で絞り込まれ、光スポット (図示せず) を形成する。ここで半導体レーザ113から出射されるレーザ光の強度は記録膜119上の記録磁区 (図示せず) を破壊しない程度に十分に低いものとする。次に記録膜119からの反射光はSIL122、対物レンズ126を通過後、1/4波長板127によって半導体レーザ113からの出射レーザ光とは直交する直線偏光に変換される。さらにこの反射光は偏光ビーム・スプリッタ128によって全反射され、検出レンズ115によって光検出器116上に絞り込まれる。従って光検出器116は光スポット部分における反射光強度信号を出力する。反射光強度信号は増幅器109によって適当なレベルまで増幅された後に、アドレス認識回路105およびアクチュエータ駆動回路110に入力される。また、以上で説明した光による反射率検出と同時に、磁束検出手段であるGMR素子117は記録膜119の表面を走査し、磁束分布の検出を行う。記録磁区の配列を反映したGMR素子117の出力は増幅器111によって必要なレベルまで増幅された後に、復号器106、アクチュエータ駆動回路110およびアドレス認識回路105に入力される。アドレス認識回路105は先の反射光強度信号およびGMR素子信号

から各々の走査位置を解析し、システム・コントローラ104に伝達する。システム・コントローラ104は光スポットおよびGMR素子117の位置情報および外部機器からの記録再生要求に従って、アクチュエータ駆動回路110、磁気ヘッド駆動回路107、レーザ駆動回路108の制御を適宜行う。アクチュエータ駆動回路110はシステム・コントローラ104からの指示、反射光強度信号およびGMR素子信号に従って、目的の記録トラック (図示せず) の中心位置を光スポットが適切なサイズで走査するよう、あるいはGMR素子117が目的の記録トラックの中心位置を適切に走査するようにVCM (Voice Coil Motor) 112、レンズ・アクチュエータ125、アクチュエータ121の駆動を行う。VCM112はこの駆動信号に従いジンバル・アーム124の先に固定されたスライダ118を移動させ、記録膜119上の任意位置に位置づける。スライダ118上には記録コイル123、SIL122、GMR素子117およびレンズ・アクチュエータ125の基部が積載されており、SIL122すなわち光スポット位置とGMR素子117間の相対位置関係はアクチュエータ121によって制御される。SIL122とGMR素子117間の相対位置の制御は以下のいずれの方法によっても良い。すなわち光スポットの位置を基準としてスライダ118の位置をVCM112が制御し、光スポットとGMR素子117が同一トラックを走査するようにアクチュエータ121を制御するか、光スポットとGMR素子117が一定トラック数を隔てて走査するようにアクチュエータ121を制御する。またはGMR素子117の位置を基準としてスライダ118の位置をVCM112が制御し、GMR素子117と光スポットが同一トラックを走査するようにアクチュエータ121を制御するか、GMR素子117と光スポットが一定トラック数を隔てて走査するようにアクチュエータ121を制御する。これらの相対位置関係の制御は常時行っても良いし、所定の時間間隔を隔てて行っても良い。

【0011】情報の記録時においては、記録すべきユーザ・データ100が外部機器とのインタフェース回路101を介してシステム・コントローラ104によって受け取られ、必要に応じてエラー検出、訂正情報等の付加後、符号器103に伝えられる。符号器103はユーザ・データ100を (1, 7) 変調後NRZI変換を施し、媒体上の記録磁区の配列を反映した信号を生成する。記録波形発生回路102はこの信号を参照し、記録磁界の制御信号およびレーザ発光強度の制御信号を発生する。磁気ヘッド駆動回路107はシステム・コントローラ104からの指示を受け、記録磁界の制御信号に従って記録コイル123を駆動し、光スポット部分に記録磁界を発生する。またレーザ駆動回路108もシステム・コントローラ104からの指示を受け、レーザ発光強度の制御信号に従って記録エネルギー源である半導体レ

ーザ 113 を駆動する。半導体レーザ 113 から出射されたレーザ光はコリメート・レンズ 114、偏光ビーム・スプリッタ 128、 $1/4$ 波長板 127 を介して対物レンズ 126 および SIL 122 によって絞り込まれ、円偏光状態で基板 120 上の記録膜 119 を加熱する。ここでレーザ光による加熱領域は記録磁界の印加領域に比べて広いものとする。記録膜 119 は膜面垂直方向に磁化容易軸を有する垂直磁気記録膜であり、常温での保磁力は外部から印加される記録磁界よりも高く、記録時のレーザ光による加熱時の保磁力は記録磁界よりも低いものとする。後述する通りレーザ光による加熱および記録磁界を制御することにより、記録膜 119 上に所望の記録磁区を形成することができる。

【0012】情報の再生時においては、記録膜 119 表面を GMR 素子 117 によって走査し、磁束分布を検出する。記録磁区の配列を反映した GMR 素子 117 の出力は増幅器 111 によって必要なレベルまで増幅された後に、アクチュエータ駆動回路 110、復号器 106 およびアドレス認識回路 105 に入力される。復号器 106 は符号器 103 の逆変換を施すことにより記録されていたデータを復元し、復元結果をシステム・コントローラ 104 に伝える。システム・コントローラ 104 は必要に応じてエラー検出、訂正等の処理を行い、インタフェース回路 101 を介して再生されたユーザ・データ 100 を外部機器に受け渡す。

【0013】第 2 図は第 1 図で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図である。今、記録時にユーザ・データ 100 が符号器 103 で変換され、記録データ 200 が得られたものとする。記録データ 200 は記録波形発生回路 102 を介して磁気ヘッド駆動回路 107 に伝えられ、記録膜 119 上の光スポットによる加熱位置近傍に記録磁界を発生する。また記録磁界は記録膜 119 に垂直に印加されるものとする。同時にレーザ駆動回路 108 はレーザ発光強度 201 で示した通り、トラックに沿った記録磁区長の最小変化単位（検出窓幅）に同期したパルス状に半導体レーザ 113 を駆動する。光スポットによって加熱された領域では記録膜 119 の保磁力が低下して記録磁界を下回り、その領域の磁化が記録磁界の方向にならう。記録膜 119 は光スポットの走査にともない加熱領域の中心を一定間隔で移しながら間欠的に加熱、冷却を繰り返すので、光パルスの照射ごとに略円形領域の磁化方向が決定される。光パルスの照射間隔を短縮してゆくと前記の略円形領域が重なり合い、光パルスの照射ごとにあたかも略三日月状の記録磁区が形成されるかのように記録が行われる。記録磁区 203 はこの結果を表したもので、レーザ発光強度 201 および記録磁界 202 に示された記録動作を行った場合に形成される記録膜 119 上の記録磁区形状を見たものである。第 2 図中光スポットは左から右に向かって走査し、記録磁界が正の場合には紙面上向き方向

の磁区（黒色）が、記録磁界が負の場合には紙面下向きの磁区（白色）が形成される。以上の記録方法は、熱磁気記録の一種である光パルス磁界変調記録として広く知られた記録方式である。光パルス磁界変調記録では記録磁区のサイズ（走査方向の磁壁間隔）が光スポットのサイズに律則されにくいため、特に微小な記録磁区の形成において有利な方法である。情報の再生時には記録磁区 203 上を GMR 素子 117 で走査し、再生信号 204 を得る。再生信号 204 はユーザ・データ 100 が符号器 103 において変換された結果である記録データ 200 を反映しており、必要に応じて増幅、等化、2 値化、復号等の処理を施されてユーザ・データに復元される。なお以降の説明においては光パルス磁界変調記録による記録磁区形状を例にとりて説明を行うが、これは記録を光パルス磁界変調記録に限定する意図のものではなく、他の熱磁気記録方式である DC 光磁界変調記録または光変調記録等による記録磁区に対しても有効である。

【0014】第 3 図は本発明における情報記録媒体の構造を部分的に示した図である。垂直磁気記録膜 306 は第 3 図に示したようにあらかじめ凹凸構造を有する基板 305 上に成膜されている。基板 305 はディスク状、テープ状あるいはカード状等の形状が考えられるが、特定の形状である必要はない。基板 305 にはアルミニウム等の金属板、ポリカーボネート等の合成樹脂板、カーボン等の非金属板等が考えられるが、光源波長における光透過性は必須ではない。基板 305 の表面には、従来の CD-ROM 等と同様の射出成形、紫外線硬化樹脂を用いた転写あるいは直接のリソグラフィー等によって凹凸構造が形成されている。基板 305 の表面には相対的に高い（凸であり GMR 素子 308 側に近い）ランド 301 と、相対的に低い（凹であり GMR 素子 308 側から離れている）グループ 300 とが交互に螺旋状もしくは同心円状に形成されている。またユーザ・データの記録時に光スポットによって記録磁区が形成され、再生時に GMR 素子 308 によって走査される帯状に連続した範囲のトラック 304 は、ランド 301 上にその中心を有する。第 1 図および第 2 図を用いて説明した本発明における情報記録装置は、ランド 301 を中心としたトラック 304 に光パルス磁界変調記録によって記録磁区 302 を形成し、略三日月状である記録磁区 302 の先端部はランド 301 を越えてグループ 300 内に位置する。再生用の GMR 素子 308 はトラック 304 に沿ってトラック中心 303 を目標として走査する。またトラック中心 303 に沿って、ランド 301 中央にはランド 301 平坦部とは高さの異なる（凹構造である）ピット 307 が形成されている。ただし本発明においてピット 307 は必須ではない。グループ 300 およびピット 307 の深さは、記録エネルギー源の波長の  $1/4$  程度であれば、後述する光の干渉効果が高く、変調度の高い信号を得ることができる。一般的にランド 301 の平坦部

とビット 307、グループ 300 では、垂直磁気記録膜 306 の厚さの違い、垂直磁気記録膜 306 内部での応力の違い、垂直磁気記録膜 306 膜面の曲率の違い、基板 305 の表面荒さの違い等に起因して保磁力が異なる。今、仮にビット 307 底部やグループ 300 における常温保磁力  $H_c1$  がランド 301 平坦部の常温保磁力  $H_c2$  よりも低いものとする。すると例えば全体を  $H_c2$  よりも十分に強い膜面に垂直な磁界中で一様に磁化した後、今度は逆向きで  $H_c1$  よりも強く  $H_c2$  未満の磁界中でビット 307 底部やグループ 300 を部分的に反転磁化すれば、ビット 307 の形状に一致した磁区分布が得られる。あるいは一定の外部磁界を印加した状態で垂直磁気記録膜 306 全体を垂直磁気異方性が低下しない程度に加熱して全体を一様方向に磁化した後、外部印加磁界が磁化反転を起こさせたいビット 307 底部やグループ 300 の保磁力以上であり、磁化反転を起こさせたくないランド 301 平坦部の保磁力以下となるような温度で外部印加磁界の方向を反転後冷却すれば、ビット 307 の形状に一致した磁化分布を実現できる。ここで第 3 図中の垂直磁気記録膜 306 表面の塗色および矢印は磁区の磁化方向を示しており、白色は垂直磁気記録膜 306 に関して空間側から基板側に向かう磁化（下向き）、黒色は記録膜に関して基板側から空間側に向かう磁化（上向き）を表している。但しここでの説明は  $H_c1$  と  $H_c2$  間の大小関係や凹凸構造における磁化方向を規定するものではなく、 $H_c1$  と  $H_c2$  に違いがあれば部分的に反転磁区が形成できるので、ビット 307 の形状および配置に記録媒体上における位置情報を反映させておけば、GMR 素子 308 の位置の特定に利用することができる。たとえば GMR 素子 308 のサーボ動作は、例えばビット 307 における反転磁区を用いたサンプル・サーボ方式等によって行えば良い。一方、光スポットあるいは光照射位置の特定は、例えばグループ 300 による光の回折あるいはビット 307 による光の干渉を用いて行う。トラック中心 303 からの光スポット、光照射位置中心の誤差に関してはグループ回折光によるプッシュ・プル方式やビット 307 によるサンプル・サーボ方式によって誤差信号を生成すれば良い。また記録媒体上におけるトラック 304 の識別に関しては、所定の規則に従ってトラック識別番号を示すビット 307 を形成し、光の干渉による見かけの反射率変化で信号を取得する。プッシュ・プル方式、あるいはビットによるサンプル・サーボ方式は広く一般に用いられている誤差信号生成方式（例えば 1989 年、ラジオ技術社刊「光ディスク技術」、ISBN 4-8443-0198-5 の 95 ページ等）であり、ここでは詳細な説明を省略する。ただしグループ 300 の深さが記録エネルギー源の波長の  $1/4$  程度である場合に、ランド 301 とグループ 300 の幅が等しいと反射光量が極端に減少して誤差信号の生成が困難となるので、磁束検出手段の出力振幅

を考慮すると、ランド 301 はグループ 300 よりも幅広であることが望ましい。またグループ 300 およびビット 307 は凹構造でも凸構造でも光学的位相差という観点からは本質的な差はない。しかしランド 301 上に記録を行う場合には、衝突による GMR 素子 308 の破壊の観点および後述の理由から、グループ 300 およびビット 307 はランド 301 に対して凹構造であることが望ましい。またビット 307 による反転磁区は、CD-ROM 等と同様に、記録媒体製造段階で予め固定されるユーザ情報そのものの記録に用いても良い。

【0015】第 5 図は本発明における望ましい記録再生方法を示した図、第 4 図は本発明の意図しない記録再生方法を示した図である。第 4 図および第 5 図は、情報記録媒体を垂直磁気記録膜面側すなわち GMR 素子 404、504 による再生側から見た場合の模式図である。ランド 407 はグループ 406 に比して凸となっており、GMR 素子 404 に近くなっている。またランド 507 もグループ 506 に比して凸となっており、GMR 素子 504 に近くなっている。GMR 素子 404、504 の矩形は、GMR 素子が感度を有する領域を表すものとする。なお第 3 図におけるようなビット 307 は省略したが、これはビット 307 の必然性の有無について意図するものではない。

【0016】第 4 図に示したように、GMR 素子 404 のトラック直交方向（半径方向）の感度幅よりも記録磁区 405 の幅が狭く、記録磁区 405 の両端がグループ 406 に達していない場合（本発明で意図しない記録再生方法）には、光パルス磁界変調記録による略三日月状の記録磁区 405 の先端部まで走査することになる。したがって記録磁区 405 の先端部と中央部では GMR 素子 404 が磁壁を通過する時刻が異なる。このため記録磁区 405 からの応答が時間軸方向に広がって、結果として再生分解能の低下をもたらす。また略三日月状の記録磁区 405 の先端では磁壁同士が非常に接近し、不安定となって予期せぬ磁区形状を発生しやすい。この部分からの応答は本来記録されたユーザ・データとは異なるものとなるので、GMR 素子 404 でトラック N402 上を再生した場合の雑音となって、正常なユーザ・データ再生の妨げとなる。以上の問題を回避するために、GMR 素子 404 のトラック直交方向の感度幅を狭め、記録磁区 405 のトラック中央部付近のみを再生することも可能ではあるが、一般に磁束検出手段の出力信号振幅はトラック直交方向の感度幅に比例するため、無闇に狭めることはできない。またここでは記録磁区 405 がランド 407 の平坦部内に収まっているので、グループ 406 の存在は再生時には特に意味をなさない。すなわちグループ 406 がない場合でも再生分解能は変化しない。

【0017】一方、第 5 図は本発明の意図する記録再生方法を示しており、ランド 507 の幅よりも記録磁区 5

05の幅が広く、略三日月状の記録磁区505の先端部はグループ506内まで達している。これは記録時の記録パワー（記録膜面におけるレーザ発光強度のピーク値）を強めて光パルスごとの加熱領域を拡大したり、記録媒体の熱的記録感度を向上させること等によって簡単に実現できる。また略三日月状の記録磁区505の幅が大きくなった場合には、必然的に磁壁の曲率半径も大きくなる。第5図の場合においても第4図の場合と同様にGMR素子504は光パルス磁界変調記録による略三日月状の記録磁区505の先端部まで走査することになるが、記録磁区505の先端部付近はグループ506内に存在しており、ランド507上の磁区に比べてグループ506の深さ分だけGMR素子504から離れることとなる。現在実用化されているGMR素子の記録膜面からの浮上距離は30nm程度であり、今後の高密度化につれてますます浮上距離は減少する方向にある。従来の光ディスクと同一のプロセスを用いれば、グループ506は数nm~100nm以上の深さで任意の深さで形成することが可能である。したがってランド507表面とグループ506表面ではGMR素子504までの距離が大幅に異なることとなり、グループ506内の磁区がGMR再生信号に寄与する効率は大幅に低下する。これらによりGMR素子504でトラックN502上を再生しても、略三日月状の記録磁区505の先端部に起因する再生分解能の低下および雑音の発生を回避することができる。またランド507上においては磁壁の曲率半径が大きい部分がGMR再生信号に主に寄与するので、再生時における時間軸方向への応答の広がりや抑えられ、高分解能再生に関してますます有利となる。ここでGMR素子504のトラック直交方向の感度幅はランド507の幅と等しいか、それよりも若干長いことが望ましいが、グループ508の幅の2倍にランド507の幅を加えた長さを越えようと目標トラック上の記録磁区に加えて隣接トラックの記録磁区からの応答が増大し、再生クロストークによって正常な情報再生が期待できなくなる。

【0018】第6図は本発明による再生信号の改善効果を示した図である。記録媒体には膜厚30nmのTbFeCo垂直磁気記録膜を、トラック幅600nm、グループ幅300nm、グループ深さ100nmのポリカーボネート基板上に製膜したものを用いた。ランドとグループ間の斜面の勾配はおおよそ60度である。また再生に用いたGMR素子のトラック直交方向の感度幅（5-95%感度幅）は1.0μm、シールド・ギャップ長は0.2μm、浮上高さはランド面から30nmであった。まず線速度5m/sの条件で周期0.2~1.0μmのモノトーン信号を記録光パルスのデューティ比50%、記録パワー5mWと8mWで記録した。次にこれらの記録磁区を磁気力顕微鏡を用いて観察した。記録パワー5mW時には記録磁区がランド内に留まっており、記録パワー8mW時には記録磁区がランドを越えて両端の

グループ内まで広がっていることを確認した。いずれの場合も記録動作に際して、目的トラックの隣接トラックに影響を与えるクロスライト、クロスイレースは発生しなかった。次にGMR素子を用いて信号再生を行い、再生信号の搬送波対雑音比を測定した。第6図から明らかなように、記録パワーを増大させて記録磁区をグループ内まで形成した場合の方が、搬送波対雑音比が全範囲で大幅に改善されていた。

【0019】第7図は本発明におけるGMR素子のトラック直交方向の感度幅と再生信号の関係を示した図である。記録媒体には第6図で用いたものと同じものを用い、1本のトラックに周期1.0μmのモノトーン信号を記録パワー8mW、記録光パルスのデューティ比50%で記録し、目標トラックの隣接トラックは初期化せずに不規則な迷路状の磁区が存在するままとした。次にトラック直交方向の感度幅の異なる複数のGMR素子で目標トラックを再生し、再生信号の搬送波対雑音比を測定した。搬送波対雑音比は感度幅が拡大されるにつれて改善され、約0.9~1.3μmの範囲でほぼ飽和している。感度幅が1.3μm前後を越えると隣接トラックの未初期化領域の影響で雑音が増大し、搬送波対雑音比は劣化していった。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明によれば、表面に凹凸構造を有する基体表面に製膜された磁気記録膜上の記録磁区によって情報を保持する記録媒体を用いる情報記録再生装置において、熱磁気記録に特有の磁壁の湾曲に起因する再生分解能の劣化が抑えられる。また略三日月状の記録磁区の先端に起因する雑音の発生も抑えられる。以上により歩留まりの低い特殊な磁束検出手段を用いることなく記録密度を向上させることが可能となり、情報記録再生装置の容量あたりのコストを低減することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による情報記録再生装置の構成例を示した図。

【図2】第1図で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図。

【図3】本発明における情報記録媒体の構造を部分的に示した図。

【図4】本発明の意図しない記録再生方法を示した図。

【図5】本発明の意図する記録再生方法を示した図。

【図6】本発明による再生信号の改善効果を示した図。

【図7】本発明におけるGMR素子のトラック直交方向の感度幅と再生信号の関係を示した図。

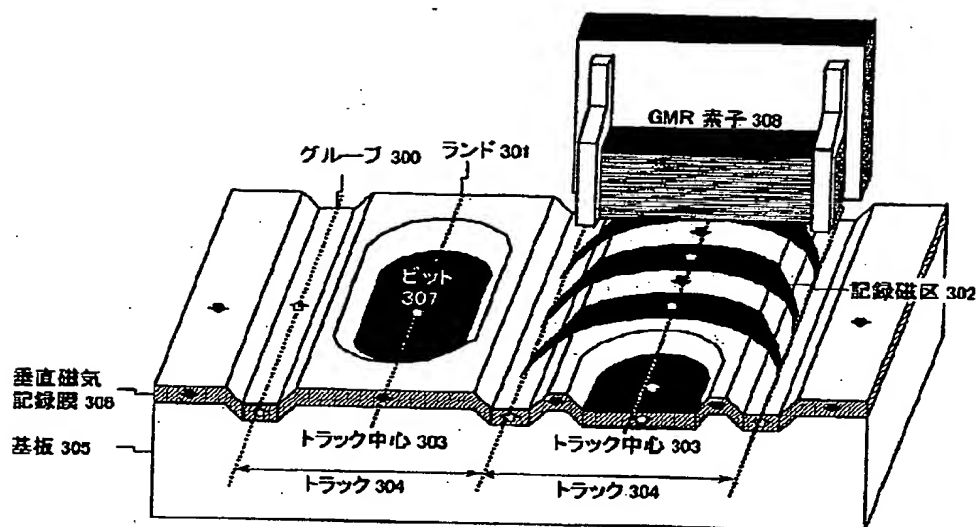
#### 【符号の説明】

113…半導体レーザ、116…光検出器、117、308、404、504…GMR素子、122…SIL、123…記録コイル、126…対物レンズ、128…偏光ビーム・スプリッタ、300、406、506…グループ、301、407、507…ランド、302、40



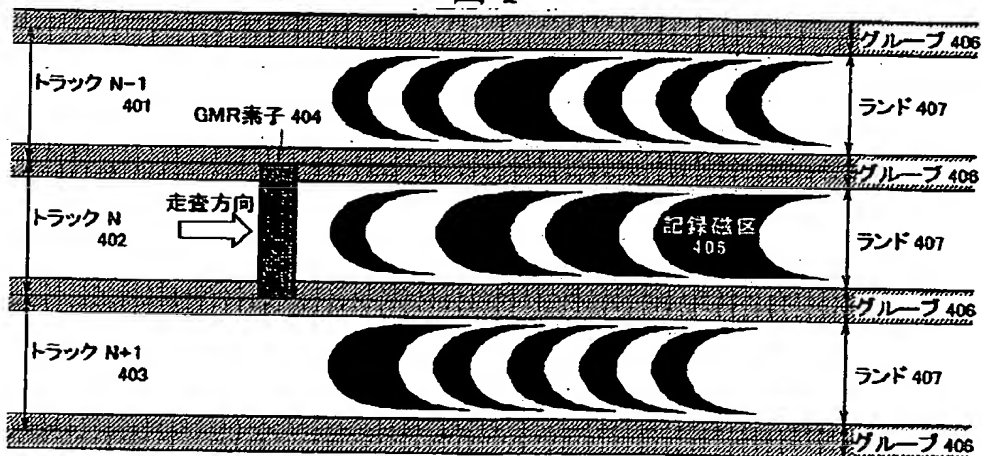
【図 3】

図 3



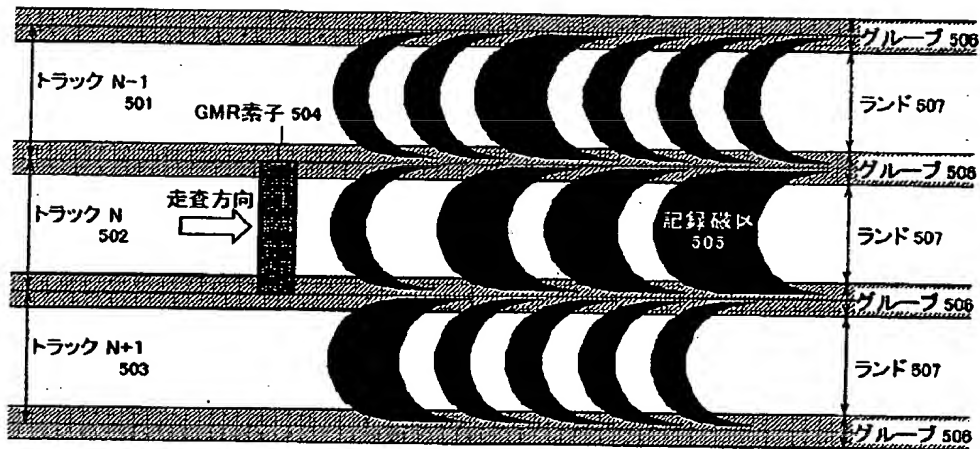
【図 4】

図 4

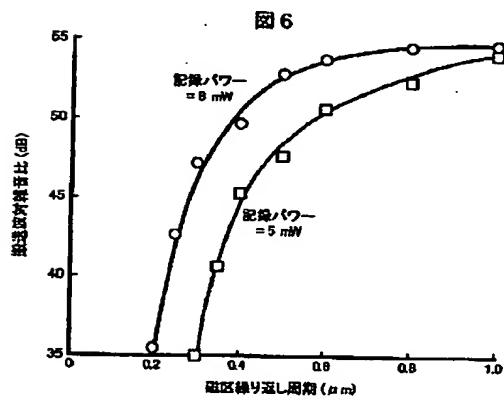


【図 5】

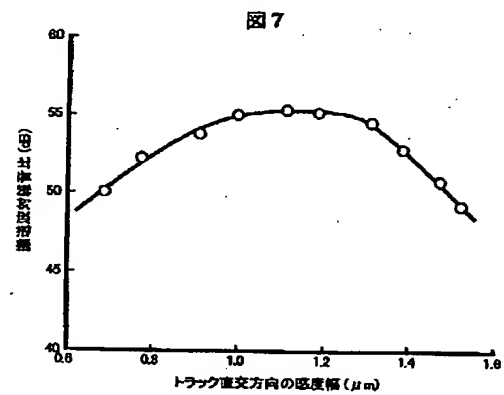
図 5



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 根本 広明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D006 DA04 FA09

5D075 CC04 CC11 CF10 DD01

5D091 AA08 CC18 DD03 GG33 HH06

HH08